

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

DE00/1934

REC'D 21 AUG 2000

WIPO

PCT



EJU

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 199 27 694.3

**Anmeldetag:** 17. Juni 1999

**Anmelder/Inhaber:** Dipl.-Ing. Lutz F i n k,  
Bargstedt, Kr Stade/DE

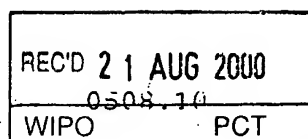
**Bezeichnung:** Halbleitersensor mit einer Pixelstruktur, Ver-  
fahren zur Bilderfassung mit dem Sensor sowie  
Verwendung des Sensors mit einer Bildver-  
stärkeröhre

**IPC:** H 01 L, H 01 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Juli 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks



# BESCHREIBUNG

Halbleitersensor mit einer Pixelstruktur, Verfahren zur  
5 Bilderfassung mit dem Sensor sowie Verwendung des  
Sensors mit einer Bildverstärkerröhre

Die Erfindung betrifft einen Halbleitersensor mit einer  
Pixelstruktur, wobei zu jedem Pixel eine Kapazität  
10 ausgebildet ist, die Ladung speichert und in Spannung  
konvertiert, die bedarfsweise auslesbar ist, sowie ein  
Verfahren zur Bilderfassung und eine Verwendung des  
Halbleitersensors mit einer Bildverstärkerröhre. Der  
Halbleitersensor eignet sich insbesondere zur  
15 Bilderfassung in optoelektronischen Anordnungen.

Optoelektronische Bildwandler in Halbleitertechnik sind  
bekannt. Beim sogenannten CCD-Bauelement werden durch  
die auf die Sensorfläche einfallenden Photonen  
20 Elektronen aus der Gitterstruktur herausgelöst  
(Photoeffekt), die dann am Konversionsort in  
sogenannten Pixelzellen gespeichert und nachfolgend  
nach verschiedenen Methoden ausgelesen werden. Darüber  
hinaus sind Aktiv-Pixelsensoren (APS) bekannt, bei  
25 denen jedes Pixel mit mindestens einem Transistor  
verschmolzen ist, der die Pixelinformation verstärkt  
und auf Abfrage direkt zur Auslesung gibt.

Nachteilig ist jedoch, daß die bekannten Bildwandler  
30 empfindlich gegen auf die Sensorfläche auftreffende  
Elektronen reagieren. Die kinetische Energie der  
Elektronen beeinflußt die kristalline  
Halbleiterstruktur, so daß das System beim Betrieb  
aufgebrochen wird und Pixeldefekte entstehen, die sich

z. B. durch Dunkelströme zeigen. So ist es nicht sinnvoll, ein derartiges Halbleiterelement in einer Bildverstärkerröhre zu integrieren, um die Information beispielsweise direkt in ein Videosignal zu konvertieren.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Halbleitersensor mit einer Pixelstruktur anzugeben, der Elektronen detektiert und dessen Halbleiterstruktur vor Elektronenbeschuß geschützt ist. Ferner besteht die Aufgabe darin, ein Bilderfassungsverfahren anzugeben, bei dem eine direkte Konversion einer elektrisch verstärkten Abbildung in ein Spannungssignal ermöglicht wird.

Vorrichtungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Halbleitersensor gemäß Anspruch 1 gelöst.

Die Abdeckung der Pixeloberfläche mit einer leitfähigen Schicht erlaubt das Einfangen der auftreffenden Elektronen, die als Ladung gespeichert werden und in für Halbleiterbildwandler üblicher Weise in Spannung konvertiert und ausgelesen werden. Dabei wirkt die leitfähige Beschichtung als Elektrode für die auftreffenden Elektronen, wobei die Elektrode Bestandteil einer Kapazität ist und somit der Ladungsspeicherung dient. Das wesentliche dabei ist, daß die an und für sich elektronenempfindliche Pixeloberfläche und die darunterliegenden Halbleiterstrukturen durch die leitfähige Schicht abgeschirmt sind. Die auftreffenden Elektronen werden so als Meßsignal getrennt für das jeweilig getroffene Pixel verarbeitet.

Die auf die Beschichtung auftreffenden Elektronen werden somit pixelorientiert aufgefangen und daran gehindert, in die Halbleiterstruktur einzudringen und dort Dunkelströme, Fehlpixel, Zeilen-/Spaltenausfall oder dergleichen Defekte hervorzurufen.

Wenn die Oberfläche von Zwischenräumen zwischen den Pixeln mit einer zweiten leitfähigen Schicht abgedeckt ist, wobei die zweite leitende Schicht isoliert von den Pixeloberflächenbeschichtungen angeordnet ist, werden auch die Zwischenräume zwischen den Pixeln vor unerwünscht in die Halbleiterschicht eindringenden Elektronen geschützt. Dabei kann diese isoliert von den Pixeloberflächenbeschichtungen angeordnete zweite Schicht auch durch Anlegen eines Potentials zur Elektronenbeschleunigung verwendet werden.

Die Schichten bestehen bevorzugt aus einem leitfähigen, lichtundurchlässigen Material, z. B. Metall. Auftreffende Elektronen werden von dem leitfähigen Material sicher aufgenommen und in die Halbleiterstruktur eingespeist. Etwaig auftreffende Photonen werden durch das lichtundurchlässige Material nicht zur Sensoroberfläche durchgelassen, so daß unerwünschte Nebensignale vermieden werden. Bevorzugt bestehen die Schichten aus Aluminium, da dieses Material leicht aufzubringen ist, eine gute Leitfähigkeit und eine hohe Lichtundurchlässigkeit aufweist.

Dadurch, daß die erste leitfähige Schicht zur Elektronenvervielfachung ausgebildet oder beschichtet ist, wird eine weitere Signalverstärkung ermöglicht.

Verfahrensgemäß wird die Aufgabe gemäß Anspruch 6 gelöst. Damit ist ein Bilderfassungsverfahren angegeben, bei dem Photonen zunächst in einer Vakuumröhre in Elektronen umgewandelt werden und diese  
5 Elektronen direkt in ein bildgebendes Spannungssignal (Videosignal) umgewandelt werden. Vorteilhaft wird dabei die bei herkömmlichen Bildverstärkerröhren vorgesehene Umwandlung des Elektronenstromes in Photonen am Ausgang der Vakuumröhre, beispielsweise auf  
10 einem Leuchtschirm, und die erneute Konversion des verstärkten optischen Signals in ein Spannungssignal durch eine direkte Konversion der auftreffenden Elektronen in ein Spannungssignal ersetzt. Aufgrund der Verwendung des erfindungsgemäß ausgestalteten  
15 Halbleitersensors zeigt dieser bei dem erwünschten Beschuß von Elektronen keine Pixeldefekte, so daß eine insgesamt bildorientierte Umwandlung des eingangs auftreffenden optischen Signals in ein elektrisches Signal, z. B. zur Darstellung auf einem Videomonitor,  
20 erfolgt.

Dadurch, daß der von den Photonen ausgelöste Elektronenstrom verstärkt wird, wird eine elektrische Verstärkung des Bildsignals erreicht, die  
25 beispielsweise für die Detektierung von lichtschwachen Objekten geeignet ist.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung des besagten Halbleitersensors mit einer Bildverstärkerröhre. Dabei  
30 werden die an der Photokathode der Bildverstärkerröhre durch die auftreffenden Photonen ausgelösten Elektronen unter einer Beschleunigungsspannung auf die Sensorfläche des Halbleitersensors gerichtet.

Bevorzugt wird die Verstärkung in der Bildverstärkerröhre mit einer oder mehreren Multikanalplatten erzeugt. Die Multikanalplatten sorgen für eine pixelorientierte Verstärkung der Bildinformation. Eine Beeinflussung benachbarter Pixel durch das verstärkte Elektronensignal wird dabei vermieden.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung detailliert beschrieben.

Darin zeigt:

- Fig. 1 in einem Ausschnitt einen schematisierten Querschnitt eines erfindungsgemäßen Halbleitersensors und  
Fig. 2 ein Schema einer Anordnung zur Bilderfassung mit einem derartigen Halbleitersensor und einer vorgeschalteten Vakuumröhre mit Photokathode.

In Fig. 1 ist ein Ausschnitt eines Halbleitersensors mit zwei Pixeln im Querschnitt dargestellt. An der zum zu detektierenden Elektronenstrom gerichteten Oberfläche des Sensors, in Fig. 1 oben, sind der Pixelstruktur 1 zugeordnete leitfähige Schichten als aktive Pixelflächen 11 angeordnet, die bevorzugt aus Aluminium bestehen. Diese leitfähige Schicht 11 ist zu einem Halbleiterelement 3 durchkontaktiert.

- Das Halbleiterelement 3 weist ebenfalls eine nicht dargestellte Pixelstruktur 1 auf, die jeder aus einem leitfähigen Material aufgebauten Pixelfläche 11 eine zugeordnete Schaltung nachbildet. Dabei kann das

Halbleiterelement 3 als Aktiv-Pixel-Struktur  
ausgebildet sein. Zwischen der leitfähigen Schicht 11  
jedes Pixels und dem Halbleiterelement 3 ist mit  
Ausnahme der Durchkontaktierung 12 eine Isolierung 13  
5 vorgesehen.

Die Isolierung 13 trennt die zum Halbleiterelement 1  
mit Kontaktierung 12 verbundene Sensoroberfläche 11 von  
einer zweiten leitfähigen Schicht 21, die den  
Zwischenraum zwischen den Pixelflächen 11 so abschirmt,  
daß hier auftreffende Elektronen nicht in die  
darunterliegende Halbleiterstruktur gelangen und dort  
zu Fehlern führen können. Dabei ist die zweite  
leitfähige Schicht 21 im dargestellten  
Ausführungsbeispiel auf einer Passivierungsschicht 2  
15 aufgebracht, die auf der Oberseite des  
Halbleiterelementes 3 mit Aussparungen für die  
isolierten Kontaktierungen 12, 13 aufgebracht ist.

Nachfolgend wird die Funktionsweise des  
Halbleitersensors erläutert.

20 Der zu detektierende Elektronenstrom  $E$  trifft auf die  
leitfähige Schicht 11 auf. Die jeweils pixelorientiert  
registrierten Elektronen werden von den aktiven  
Pixelflächen 11 in Art einer Kondensatorelektrode in  
das Halbleiterelement 3 zur Konvertierung der Ladung in  
25 Spannung geleitet. Je nach Ausbildung des Halbleiters  
kann die zweite leitfähige Schicht 21 ebenfalls als  
Kondensatorelektrode verwendet werden. Hier könnte  
außerdem ein Potential zur Beschleunigung des  
auftreffenden Elektronenstromes  $E$  angelegt werden. Die  
30 leitfähige Schicht 11 jedes Pixels ist als Zuleitung  
(Elektrode) zu einem "floating diffusion" 31 oder

"floating gate" zur Ladungskonvertierung ausgebildet.

In Fig. 2 ist eine bevorzugte Kombination des Halbleitersensors ähnlich der Ausgestaltung gemäß Fig. 1 mit einer Vakuumröhre 4 in schematisiertem Querschnitt im Ausschnitt dargestellt. Die Vakuumröhre 4 besitzt ein Eingangsfenster 41 mit einer Photokathode 42. Im Vakuumbereich 46 der Röhre 4 ist wenigstens eine Multikanalplatte 43 mit einer Vielzahl von Kanälen 44 vorgesehen.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Bildwandlern- bzw. Bildverstärkerröhren ist am Ausgangsfenster 45 kein Leuchtschirm zur Umwandlung des Elektronenstromes E in sichtbares Licht vorgesehen, sondern direkt innerhalb der Röhre der Halbleitersensor gemäß Ausgestaltung nach Fig. 1 angeordnet. Dabei ist die Pixelstruktur 1 so ausgerichtet, daß die Signalinformation aus den Kanälen 44 der Multikanalplatte 43 auf die leitfähigen Schichten 11 der Pixel treffen. Somit ist eine bildorientierte Verarbeitung der an der Photokathode 42 aufgenommenen Bildinformationen möglich. Das Ausgangsfenster 45 ist als Abschlußelement für den Vakuumbereich 46 an der Rückseite des Halbleiterelementes 3 angeordnet. Im Abschlußelement 45 kann die Kontaktierung der Halbleiterstruktur nach außen geführt werden.

Nachfolgend wird die Funktionsweise der Bilderfassungsanordnung erläutert:

Optische Bildinformationen gelangen in Form eines Photonenstromes  $Ph$  durch das Eingangsfenster 41 auf die Photokathode 42 der Bildverstärkerröhre 4. Dort werden



mit den auftreffenden Photonen  $P_h$  Elektronen aus dem Photokathodenmaterial herausgelöst. Zur Verstärkung des von der Photokathode ausgelösten Elektronenstromes  $E$  werden die Elektronen durch ein an der

5 Multikanalplatte 43 angelegtes elektrisches Feld beschleunigt. Die so entstehende Elektronenstrahlung  $E$  gelangt über die Kanäle 44 der Multikanalplatte 43 auf die Pixelflächen 11 des Halbleitersensors mit seiner Pixelstruktur 1. Unterhalb des Halbleiters wird der

10 Vakuumbereich 46 der Bildverstärkerröhre 4 mit einem Abschlußelement 45 abgeschlossen, das beispielsweise als Keramikscheibe mit Kontaktierungsdurchführungen für den Halbleitersensor ausgebildet ist.

Die Funktionsweise des Halbleitersensors entspricht dem

15 zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 Beschriebenen. Dabei wird die Elektronenstrahlung  $E$  von dem Halbleitersensor direkt in ein elektrisches Signal umgewandelt. Mit dieser Struktur kann somit ein empfangenes Bild in einer nachgeschalteten

20 Signalverarbeitung auf dem Halbleiterelement oder extern, beispielsweise in ein Videosignal, gewandelt werden.

Dabei ist hervorzuheben, daß der erfindungsgemäße Halbleitersensor einen Elektronenstrom  $E$  direkt ohne

25 Zwischenwandlung in Lichtsignale pixelorientiert in ein elektrisches Signal wandeln kann. Dabei besteht nicht die Gefahr von Pixeldefekten, wie bei herkömmlichen Bildsensoren.

## Bezugszeichenliste

	1	Pixelstruktur
	11	Pixeloberfläche; leitfähige Schicht
	12	Kontakierung
5	13	Isolierung
	2	Passivierungsschicht
	21	zweite leitfähige Schicht
	22	Zwischenraum
10	3	Halbleiterelement
	31	floating diffusion
	4	Vakuumröhre
15	41	Eingangsfenster
	42	Photokathode
	43	Multi-Kanal-Platte (MCP)
	44	Kanal
	45	Ausgangsfenster oder Abschlußelement
20	46	Vakuumbereich
	E	Elektronen
	Ph	Photonen

P A T E N T A N S P R Ü C H E

- 5 1. Halbleitersensor mit einer Pixelstruktur (1), wobei zu jedem Pixel eine Kapazität ausgebildet ist, die Ladung speichert und in Spannung konvertiert, die bedarfsweise auslesbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß jedes einzelne Pixel der Pixelstruktur (1) im wesentlichen vollständig mit einer leitfähigen Schicht (11) abgedeckt ist.
- 10 2. Halbleitersensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche von Zwischenräumen (22) zwischen den Pixeln mit einer zweiten leitfähigen Schicht (21) abgedeckt ist, wobei die zweite leitfähige Schicht (21) isoliert von den Pixeloberflächenbeschichtungen (11) angeordnet ist.
- 15 3. Halbleitersensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht(en) (11, 21) aus Metall oder einem leitfähigen, lichtundurchlässigen Material bestehen.
- 20 4. Halbleitersensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht(en) (11, 21) aus Aluminium bestehen.
- 25 5. Halbleitersensor nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste leitfähige Schicht (11) zur Elektronenvervielfachung ausgebildet oder beschichtet ist.
- 30 6. Verfahren zur Bilderfassung mit einem Sensor gemäß

einem der Ansprüche 1 bis 5 mit den Schritten:

- bildorientiertes Umwandeln von Photonen in Elektronen in einer Vakuumröhre mit einer Photokathode,
- 5     - direktes bildorientiertes Umwandeln der von den Photonen ausgelösten Elektronen in Spannungssignale im Sensor und
- Auslesen der Pixelinformationen als elektrisches Signal.

10

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der von den Photonen ausgelöste Elektronenstrom verstärkt wird.

15

8. Verwendung des Halbleitersensors nach einem der Ansprüche 1 bis 5 in Verbindung mit einer Bildverstärkerröhre, wobei die in der Röhre ausgelösten Elektronen auf die Sensorfläche geleitet werden.

20

9. Verwendung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildverstärkerröhre eine oder mehrere Multikanalplatten (multi-channel-plate) zur Verstärkung des Elektronenstroms aufweist.

25

4

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Halbleitersensor mit einer Pixelstruktur, Verfahren zur  
5 Bilderfassung mit dem Sensor sowie Verwendung des  
Sensors mit einer Bildverstärkerröhre

10 Die Erfindung betrifft einen Halbleitersensor mit einer  
Pixelstruktur (1), wobei zu jedem Pixel eine Kapazität  
ausgebildet ist, die Ladung speichert und in Spannung  
konvertiert, die bedarfsweise auslesbar ist, und die  
Pixeloberfläche im wesentlichen vollständig mit einer  
leitfähigen Schicht (11) abgedeckt ist.

15 Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur  
Bilderfassung mit einem derartigen Sensor mit den  
Schritten:

20 bildorientiertes Umwandeln von Photonen in Elektronen  
in einer Vakuumröhre mit einer Photokathode, direktes  
bildorientiertes Umwandeln der von den Photonen  
ausgelösten Elektronen in Spannungssignale im Sensor  
und Auslesen der Pixelinformationen als elektrisches  
Signal, sowie eine Verwendung des Halbleitersensors in  
5 Verbindung mit einer Bildverstärkerröhre, wobei die in  
der Röhre ausgelösten Elektronen auf die Sensorfläche  
geleitet werden.

30

(Fig. 1)

**Figur für die Zusammenfassung**

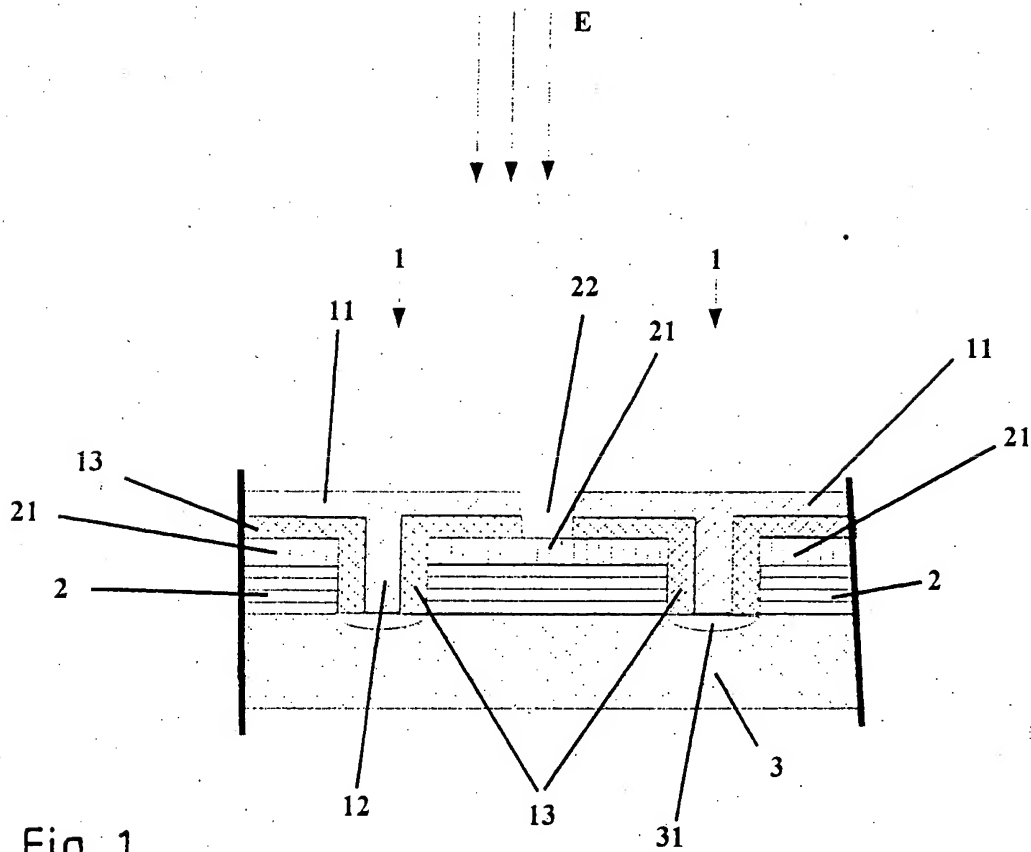


Fig. 1

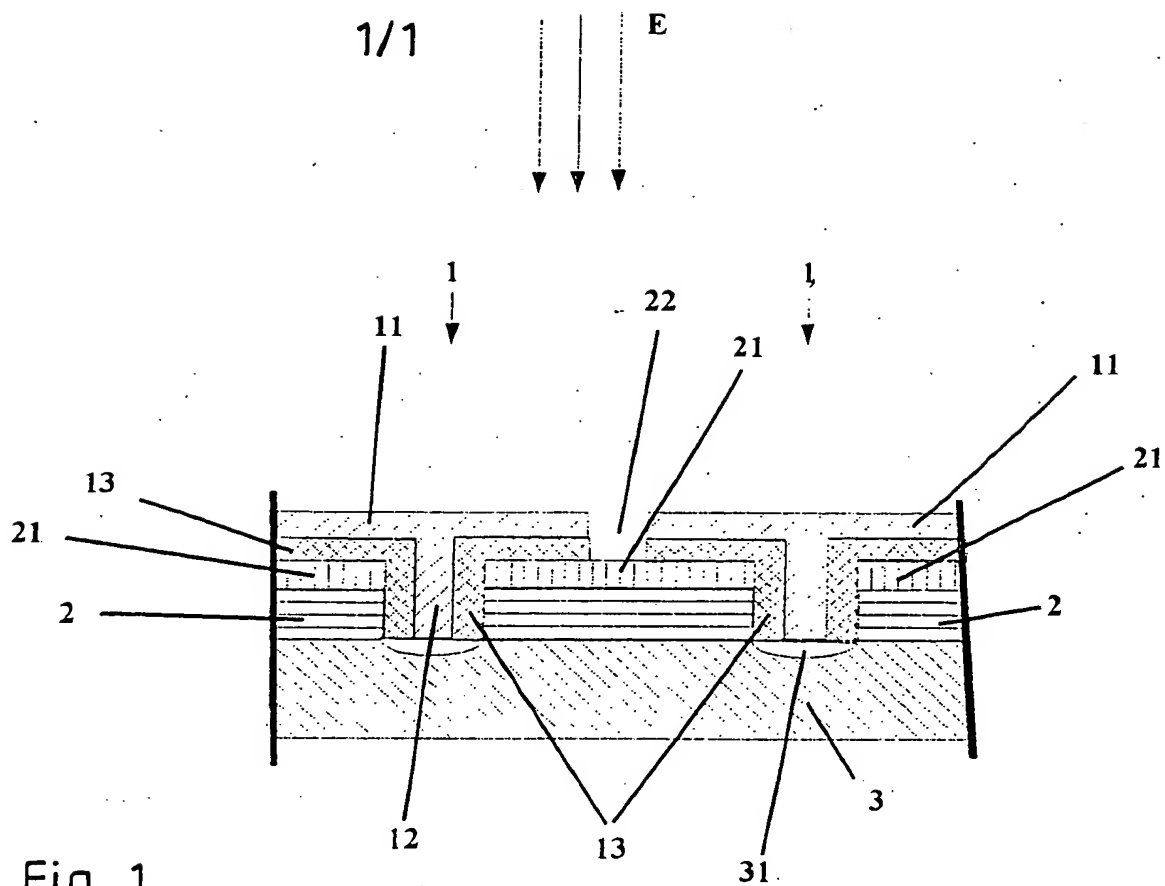


Fig. 1

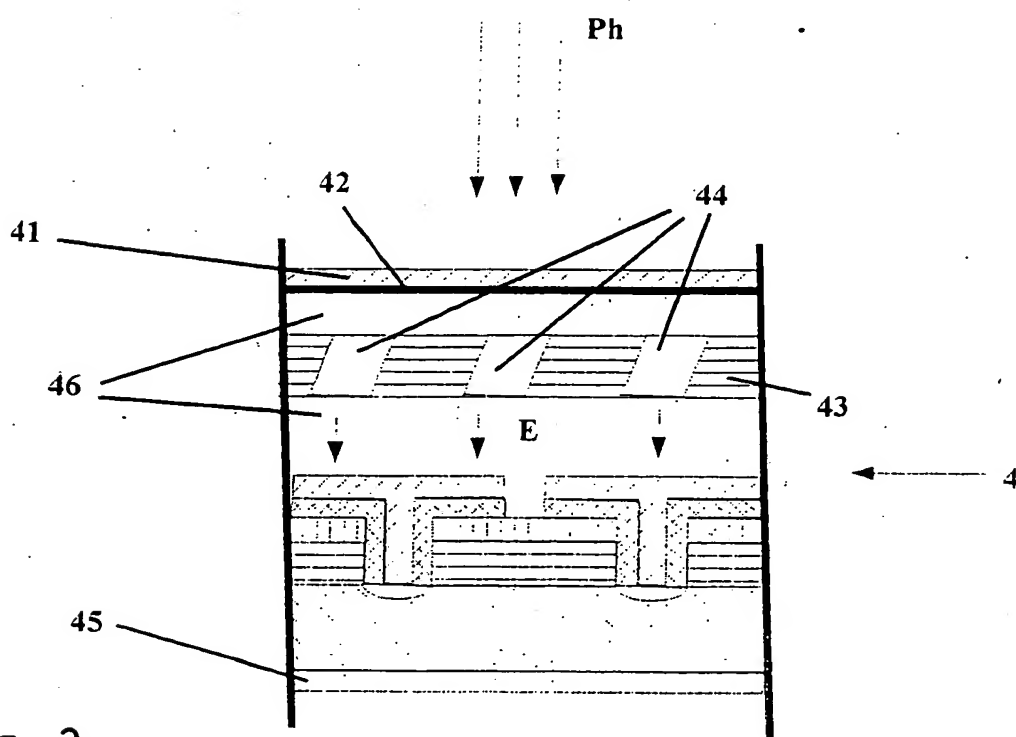


Fig. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**